

PATENT



#7
03 Co
Docket No. 773-013

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s) : Yajima et al.
Serial No. : 09/925,961
Filed : August 9, 2001
For : OPTICAL MULTIPLE TRANSMISSION METHOD.....

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. 1.8a)

HON. COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS
Washington, D.C. 20231

Sir:

I hereby certify that the attached Certified Copy of the Priority Document and Return Postcard along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231.

Respectfully submitted,

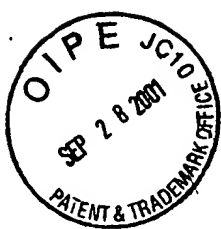
SOFER & HAROUN, L.L.P.

By: Ester Aronova
Ester Aronova

Date: 9/24/01

Mailing Address:

SOFER & HAROUN, L.L.P.
342 Madison Avenue, Suite 1921
New York, New York 10173
Tel:(212)697-2800
Fax:(212)697-3004



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月 5日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-273554

出 願 人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

BEST AVAILABLE COPY

2001年 8月17日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 NT00P0372

【提出日】 平成12年 9月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04J 14/02
H04B 10/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立
製作所通信事業部内

【氏名】 矢島 祐輔

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立
製作所通信事業部内

【氏名】 森 隆

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立
製作所通信事業部内

【氏名】 芝崎 雅俊

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光多重伝送方法、光ネットワーク、及び光伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の光伝送路からの複数の異なる波長の諸光信号の光多重化された光信号群の内の所望の光信号が、少なくとも第 2 の光伝送路に光多重化にての伝送を可能とし、

且つ第 1 の光伝送路からの光信号群の内の少なくとも一つの第 1 の波長の第 1 の光信号が、前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光信号に変換され、前記第 1 の光信号群の内の第 1 の波長以外の波長の諸光信号の内の所望の諸光信号と共に第 2 の光伝送路に光多重化にて伝送されることが可能なことを特徴とする光多重伝送方法。

【請求項 2】 少なくとも、第 1、第 2、第 3、及び第 4 の光伝送路を有し、第 1 の光伝送路からの複数の異なる波長の諸光信号の光多重化された光信号群の内の所望の光信号と、第 3 の光伝送路からの光信号の内の所望の光信号とを、少なくとも第 2 の光伝送路に光多重化にての伝送することを可能とし、

第 1 の光伝送路からの複数の異なる波長の諸光信号の光多重化された光信号群の内の、前記第 2 の光伝送路へ伝送される光信号とは別異の所望の光信号と、第 3 の光伝送路からの光信号の内の、前記第 2 の光伝送路へ伝送される光信号とは別異の所望の光信号とを、第 4 の光伝送路への伝送ことを可能とし、

且つ第 1 の光伝送路からの光信号群の内の少なくとも一つの第 1 の波長の第 1 の光信号が、前記第 1 の波長とは異なる第 2 の波長の光信号に変換され、前記第 1 の光信号群の内の第 1 の波長以外の波長の諸光信号の内の所望の諸光信号と共に第 2 の光伝送路に光多重化にて伝送されることが可能なことを特徴とする光多重伝送方法。

【請求項 3】 第 1 のノード装置と、第 2 のノード装置とを少なくとも有し、前記各ノード装置からの光伝送路に伝送される光信号あるいは光信号群は波長多重化されて少なくとも前記各ノード装置の間を伝送され、前記第 1 と第 2 の各ノード装置では、ノード装置への入力光伝送路に複数の異なる波長の諸光信号の多重化された第 1 の光信号群が入力され、且つ少なくとも前記第 1 の光信号群の内

の所望の波長の光信号あるいは光信号群がノード装置からの出力光伝送路に出力されて、当該ノード装置に接続された別異のノード装置に伝送され、

且つ前記第1の光信号群の内の少なくとも第1の波長の第2の光信号が当該第1の光信号群が入力されるノード装置にて、前記第1の波長とは異なる第2の波長に変換され、少なくとも当該ノード装置に接続された別異のノード装置に伝送されることを特徴とする光多重伝送方法。

【請求項4】 第1のノード装置と、第2のノード装置とを少なくとも有し、前記各ノード装置からの光伝送路に伝送される光信号あるいは光信号群は波長多重化されて少なくとも前記各ノード装置の間を伝送され、 前記第1と第2の各ノード装置では、第1の光伝送路から複数の異なる波長の諸光信号の多重化された第1の光信号群が入力され、第2の光伝送路から前記第1の光信号群とは別異の第2の光信号ないしは光信号群が少なくとも入力され、且つ少なくとも前記第1の光信号群と前記第1の光信号ないしは光信号群の内の所望の波長の光信号あるいは光信号群が、波長多重化されて第3の光伝送路を介して少なくともノード装置の間を伝送され、

前記第3の光伝送路に伝送される以外の所望の波長の光信号あるいは光信号群が第4の光伝送路に伝送され、

且つ前記第1の光信号群の内の少なくとも第1の波長の光信号が、当該第1の光信号群が入力されるノード装置にて、前記第1の波長とは異なる第2の波長に変換され、少なくとも当該ノード装置に接続された別異のノード装置に伝送されることを特徴とする光多重伝送方法。

【請求項5】 第1の光ファイバから入力される複数の異なる波長の光信号群から波長毎の光信号に分離する入力波長分離部と、複数の異なる波長の諸光信号を多重して第2の光ファイバに多重して伝送する波長多重部と、前記入力波長分離部と前記波長多重部との間に、前記入力波長分離部から分離された複数の波長の諸光信号の中から所望の波長の光信号を分離して外部へ出力する波長分離部と、外部からの所望の波長の光信号のみを前記波長多重部へ接続して波長多重を行なう波長挿入部と、前記第1の波長分離部からの所望の波長をこの所望の波長とは別異の波長に変換して、前記波長挿入部に接続する波長変換部とを有し、少なく

とも前記第1の光ファイバから入力される第1の波長の光信号を前記第2の光ファイバに対して第1の波長とは異なる第2の波長の光信号として出力が可能なことを特徴とする光伝送装置。

【請求項6】 第1の光ファイバから入力される複数の異なる波長の光信号群の中から1若しくは複数のある特定の波長の光信号を取り出して当該装置の外部へ出力する手段と、当該装置の外部からの1若しくは複数の光信号を特定の異なる波長の光信号としてもう、第2の光ファイバに対して他の波長の光信号と共に出力する手段を有し、前記第1の光ファイバから入力される複数の異なる波長の光信号群の中の1若しくは複数に対してある波長を特定の波長に変換する手段を有することを特徴とする光伝送装置。

【請求項7】 前記波長変換部は、少なくとも、光信号を電気信号に変換する光電変換部と、前記電気信号の当該波長変換部を出力する接続経路の選択を行うスイッチ部と、及び当該電気信号を特定の波長の光信号に変換する電気光変換部とを有することを特徴とする請求項5に記載の光伝送装置。

【請求項8】 前記波長変換部は、少なくとも、光信号をの当該波長変換部を出力する接続経路の選択を行うスイッチ部と、この出力された光信号を特定の波長の光信号に変換する電気光変換部とを有することを特徴とする請求項5に記載の光伝送装置。

【請求項9】 請求項5に記載の光多重装置を有するノード装置の複数個が、一列、リンブ状、あるいはメッシュ状の群から選ばれた少なくとも1者の状態に光ファイバにて接続され、任意のノード装置間で光回線の接続が可能であり、且つある光回線を収容する途中のノード装置において、当該ノード装置に入力されるある波長の光信号をそれとは別の波長の光信号に変換して出力することが可能なことを特徴とする光ネットワーク。

【請求項10】 任意のノード装置に対する回線の接続要求に対して、各ノード装置における波長の変換方法を決定する手段と、それを各ノード装置に対して指示する手段を有することを特徴とする請求項9に記載の光ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本願発明は、複数の異なる波長の光信号を多重して伝送する波長多重伝送方法、光ネットワーク、並びにこれに供し得る光伝送装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

これまで、波長多重技術をベースとしたシングネットワークの拡張方法として、次のような方法が知られている。それは、例えば「Optical Networks-A Practical Perspective-」(Rajiv Ramanswasmi、Kumar N. Sivarajan共著、Morgan Kaufmann社刊)の449頁に見られるものである。例えば、同書の図10.15に示す構成が一般的な構成であった。この方法は、特定の波長のみを分岐、挿入する形式のリングネットワークを実現する場合、あるノード装置を経由する波長の光信号は入力した波長と同一の波長を出力するという構成を基本としている。従って具体的なノード装置の構成は、入力側の波長分離部からの任意の信号を取り出して外部へ出力する分岐部と、外部からの光信号を波長多重部へ接続する挿入部とを有し、波長分離部からのある波長信号をそのまま同じ波長の信号として波長多重部へ出力する構成となっている。これにより、当該自装置で分岐あるいは挿入する光信号に対しては、分岐部あるいは挿入部を経由して外部に入出力する。この場合、当該自装置では、直接分岐あるいは挿入を実施せず、他装置のために自装置では一方から一方へとそのままの波長で透過させる動作を行っていた。ここでは、リング型のネットワーク(リングネットワーク)についての例を示しているが、リニアネットワークでも同様の方法も知られている。リニアネットワークとは、ノード装置を一行に並べて途中のノード装置にて任意の波長の光信号の分岐、挿入を行なうネットワーク構成のことである。

【0003】

次に、こうしたネットワークの為のノード装置を具体的に例示する。図1は、波長多重機能を有し、特定の波長の分岐、あるいは挿入を実現するノード装置の

例である。即ち、波長の分岐部は、入力光に対する第 1 の空間スイッチ部 1、波長分離部 3、及びフィルタ部 5 を有する。波長分離部 3 は、入力光 7 を各波長 (λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 \dots 、 λ_N) に分離する。第 1 の空間スイッチ部 1 は、入力された波長多重の光の内、所望の特定波長を分岐する。フィルタ部 5 は、前記分離された各入力光を、フィルタ部 5 を介して所望の光分岐信号として出力する。こうして、波長の分岐部 (Drop) は波長多重化された入力光 7 を各波長に分岐して分岐光信号 12 として出力する。

【0004】

一方、波長の挿入部 (Add) は、挿入する光信号に対するフィルタ部 6、第 2 の空間スイッチ 2、及び波長多重光部 4 を有する。前記空間スイッチ部 1 より伝送された光 10 並びに挿入される光 13 は、各々の波長に対する要請に従い、第 2 の空間スイッチ 2 を経て、所定の伝送路 11 に伝送される。こうして伝送された複数波長の光 (λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 \dots 、 λ_N) 11 は出力波長多重部 4 で波長多重光化されて、波長多重光 8 として出力される。ここで第 1 の空間スイッチ部 1、第 2 の空間スイッチ部は光スイッチ等で構成される。

【0005】

前記した分岐、あるいは挿入部の光スイッチ等で構成する以外の、他の構成方法としては、ファイバ・ブラッグ・グレーティング技術を用いた分岐挿入型の波長多重装置の提案もなされている。これは、例えば前述「Optical Networks-A Practical Perspective-」(Rajiv Ramanswasmi、Kumar N. Sivarajan 共著、Morgan Kaufmann 社刊) の 172 頁の図 3. 60 に説明されている。このファイバ・ブラッグ・グレーティング (Fiber Bragg Grating) 技術は Ge (ゲルマニウム) をドーピングした光ファイバに、紫外光の干渉縞を照射してできる光ファイバ内の周期的な屈折率変調を利用した光フィルタ技術である。ファイバ・ブラッグ・グレーティング技術を用いて構成した分岐挿入型の波長多重装置の構成を図 2 に示す。光分岐部 (Drop) 20 はサーキュレータ 26 とスプリッタ (Splitter) 27 を有して構成される。サーキュレータ 26 では、左から右方向の光は全透過、一方、右から左方向の光は図の下

部方向のスプリッタ側に全反射される。ファイバ・ブラッグ・グレーティング 24 では、左から右方向の光の中、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、及び $\lambda 4$ の波長の光のみ右から左方向へ全反射する。光挿入部 (A d d) 22 は、コンバイナ (C o m b i n e r) 28 とカップラ (C o u p l e r) 29 とを有する。図において、符号 7 は入力光、符号 8 は出力光である。

【 0 0 0 6 】

ファイバ・ブラッグ・グレーティング技術においては、入力段において、波長が多重された状態のまま特定の波長の光信号が、回折格子によって取り出される。以上に述べたいずれの分岐挿入方法の場合においても、透過させる光信号の波長は不変であることは共通である。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

特定の波長の光信号を分岐及び挿入する形式のノード装置を複数接続するネットワークにおける難点を以下に説明する。

【 0 0 0 8 】

特定の波長の光信号を分岐及び挿入する装置の複数個をリング形式、あるいはリニア形式に接続するネットワークにおいては、一般に光回線の接続要求は、全体を構成する複数の装置の中より任意の 2 つを指定して接続の要求が行われる。その際に、この接続をどの波長を使用して行うかについては、各区分毎における波長の使用状況に応じて、いずれの区分でも使用されていない波長を選択することになる。この選択については、それぞれの使用形式に応じた各種アルゴリズムが提案されている。その代表的な方法を示せば、次のような例である。即ち、例えば、第 1 は、通常、適用する波長に対して自然数よりなる固定的な番号を付与しておき、この内の小さい番号より未使用の波長を選択する方法である。第 2 は、前記の未使用の波長を選択を、未使用の波長の中より任意の波長を乱数形式に選択する方法である。

【 0 0 0 9 】

しかし、現実 to 実際の伝送回線では次のような問題が発生する。即ち、一般に接続したい回線の要求は、ネットワークを建設した時点では全ては決定されては

いない。従って、日々、生起してくる回線の要求に応じて、当該伝送回路に対して光回線の追加、削除が行われ、それに対応した回線の設定変更が必要となる。

【0010】

前記の従来技術では、回線の全区間のいずれの区間でも使用されていない波長を選択することを基本とする。従って、ある回線に接続の要求が発生した際に、ある装置からある装置へ到達するまでのすべての区間において共通に使用していない波長を選択しなければならない。こうした波長が、仮に存在しない場合は、個別の区間毎には未使用の波長があるにもかかわらず、前記接続の要求があった光伝送回線は接続できないことになる。

【0011】

この状態を図3に示す。図3は、ノード装置A～E、100、101、102、103、及び104の5つの装置を一行に接続した場合の光ネットワークの例を示している。符号、a、b、c、・ ・ ・、hは、各々ノード装置に接続される回線を示す。各装置間は4波長の多重装置の例であり、最大4つの光回線を収容することができる例である。尚、ここでは4つの波長の場合を示しているが、一般にこうした用いる波長数に制約があるわけではない。また、図3の例は、ノード装置を一行に接続した場合で示しているが、ノード装置をリング状に接続した場合、あるいはメッシュ状に接続したも同様である。又、ここでは、最も単純なアルゴリズムである最小値選択のアルゴリズムを採用した場合で示している。尚、以下には、回線の要求が、追加の要求の場合を説明する。

【0012】

今、回線a、b、c、dの順番で接続の要求が生起したとする。すると最小値選択のアルゴリズムに基づき、回線の要求に対応して使用可能な最も番号の小さな波長が選択される。すると回線gまでの7本の回線が図3のように設定される。例えば、回線aはノード装置Aとノード装置Bとを接続し、この回線には波長番号4の波長が用いられている。その他の回線の接続も同様に理解される。ここで、接続される全回線で同一波長を用いる方法の場合、各ノード装置では入力した波長と同一の波長を出力することになることに注意を要する。

【0013】

今、さらに回線hの要求が追加されたと考える。回線hはノード装置Bからノード装置Eまでの接続の要求である。ここで、ノード装置Cの波長の使用状況を見ると、左側（ノード装置B側）においては、波長番号3、4が使用済み、右側（ノード装置E側）においては波長番号1、2が使用済みである。従って、ノード装置Bでは共通に使用可能な波長は存在していない。従って、この例では、ノード装置Cにおいては、その右側、左側両者ともに未使用の波長があるにも関わらず、この回線hを追加することができない、という問題を有することになる。この為、この回線を追加したい場合には、例えばもう一つ同様の複数装置からならリング形式のネットワークを再度構築する必要が発生する。このことは、波長多重という多重化方式において波長多重能力を十分に引き出すことができない、ことを意味する。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本願の主な形態は、次の通りである。

【0015】

即ち、第1の基本的形態は、第1の光伝送路からの複数の異なる波長の諸光信号の光多重化された光信号群の内の所望の光信号が、少なくとも第2の光伝送路に光多重化にての伝送を可能とし、且つ第1の光伝送路からの光信号群の内の少なくとも一つの第1の波長の第1の光信号が、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光信号に変換され、前記第1の光信号群の内の第1の波長以外の波長の諸光信号の内の所望の諸光信号と共に第2の光伝送路に光多重化にて伝送されることが可能なことを特徴とする光多重伝送方法である。

【0016】

第2の形態は、少なくとも、第1、第2、第3、及び第4の光伝送路を有し、第1の光伝送路からの複数の異なる波長の諸光信号の光多重化された光信号群の内の所望の光信号と、第3の光伝送路からの光信号の内の所望の光信号とを、少なくとも第2の光伝送路に光多重化にての伝送することを可能とし、第1の光伝送路からの複数の異なる波長の諸光信号の光多重化された光信号群の内の、前記

第2の光伝送路へ伝送される光信号とは別異の所望の光信号と、第3の光伝送路からの光信号の内の、前記第2の光伝送路へ伝送される光信号とは別異の所望の光信号とを、第4の光伝送路への伝送ことを可能とし、且つ第1の光伝送路からの光信号群の内の少なくとも一つの第1の波長の第1の光信号が、前記第1の波長とは異なる第2の波長の光信号に変換され、前記第1の光信号群の内の第1の波長以外の波長の諸光信号の内の所望の諸光信号と共に第2の光伝送路に光多重化にて伝送されることが可能なことを特徴とする光多重伝送方法である。

【0017】

第3の形態は、第1のノード装置と、第2のノード装置とを少なくとも有し、前記各ノード装置からの光伝送路に伝送される光信号あるいは光信号群は波長多重化されて少なくとも前記各ノード装置の間を伝送され、前記第1と第2の各ノード装置では、ノード装置への入力光伝送路に複数の異なる波長の諸光信号の多重化された第1の光信号群が入力され、且つ少なくとも前記第1の光信号群の内の所望の波長の光信号あるいは光信号群がノード装置からの出力光伝送路に出力されて、当該ノード装置に接続された別異のノード装置に伝送され、且つ前記第1の光信号群の内の少なくとも第1の波長の第2の光信号が当該第1の光信号群が入力されるノード装置にて、前記第1の波長とは異なる第2の波長に変換され、少なくとも当該ノード装置に接続された別異のノード装置に伝送されることを特徴とする光多重伝送方法である。

【0018】

第4の形態は、第1の光ファイバから入力される複数の異なる波長の光信号群から波長毎の光信号に分離する入力波長分離部と、複数の異なる波長の諸光信号を多重して第2の光ファイバに多重して伝送する波長多重部と、前記入力波長分離部と前記波長多重部との間に、前記入力波長分離部から分離された複数の波長の諸光信号の中から所望の波長の光信号を分離して外部へ出力する波長分離部と、外部からの所望の波長の光信号のみを前記波長多重部へ接続して波長多重を行なう波長挿入部と、前記第1の波長分離部からの所望の波長をこの所望の波長とは別異の波長に変換して、前記波長挿入部に接続する波長変換部とを有し、少なくとも前記第1の光ファイバから入力される第1の波長の光信号を前記第2の光

ファイバに対して第1の波長とは異なる第2の波長の光信号として出力が可能なことを特徴とする光伝送装置である。

【0019】

本願発明の更なる形態は、以下の諸説明にて明らかにされるであろう。

【0020】

本願発明の骨子を以下に簡潔に説明する。即ち、前記の光伝送における難点は、ある光ネットワークの装置を通過させる光信号において、それが入力側と出力側とで同一の波長でなければならない、という装置構成上の制約により発生する。ここで入力側からのある波長の光信号を装置内で別な波長の光信号として出力することができれば、入力側、出力側にそれぞれ未使用波長が1つでも存在すれば、その波長が一致している、していないにかかわらず、その装置を透過させることが可能になる。

【0021】

このことは複数区間を経由して接続される光信号に対しても同様に考えることができる。このある装置において透過する光信号の波長を変換することができれば、設定したい複数の区間においてそれぞれに未使用の波長が存在すればその未使用の波長の組み合わせによらず、その光回線を接続することが可能となる。従って、この方法により、各区間における波長数は最大限まで使用することが可能となり、波長多重の能力を最大限まで活用することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】

本願発明の原理を図4を用いて説明する。図4は本願発明の基本思想を説明する光ネットワークの概念図である。図3と同様に、ノード装置A～E、110、111、112、113、及び114の5つの装置を一行に接続した場合の光ネットワークの例を示している。符号、a、b、c、・ ・ ・、hは、各々ノード装置に接続される回線を示す。各装置間は4波長の多重装置の例であり、最大4つの光回線を収容することができる例である。尚、ここでは、波長番号1より4の、4つの波長の場合を示しているが、一般に、発明の対象たる光ネットワークにおいて、波長数に制約を設けるものではない。また、ノード装置を一行に

接続した例で示しているが、勿論、他の接続形式においても同様に、本願発明を適用することが出来る。他の接続形式とは、例えばノード装置をリング状に接続した場合、あるいはメッシュ状に接続した場合などである。

【0023】

図3に示したような例では、ノード装置において経由させる波長が同一であるという原則がある。従って、こうした原則の元では、各区間に未使用の波長があるにもかかわらず、回線の増設ができないという課題があることを前に示した。

【0024】

これに対して、本願発明では、各ノード装置において、入力する波長を変換して出力することによって、前記の難点を回避する。図4を参酌する。回線hに対して、ノード装置B、E間に対して接続を要求された場合、途中のノード装置Cにおいて波長変換を行う。この波長変換の機能により、波長番号1の信号を波長番号3の信号に変換することにより、回線を新たに設定することが可能となる。この波長変換機能を、ノード装置Cに波長変換1と表示した。また、ここでさらにノードB、D間に回線iの結線の要求があった場合についても同様に、ノード装置Cにおける波長番号2から波長番号4への変換により設定が可能となる。この波長変換機能を、ノード装置Cに波長変換2と表示した。

【0025】

次に、本願発明に係るノード装置自体の具体的な実施の形態の例について説明する。

【0026】

尚、一般に、ノード装置は双方向に伝送可能であるが、以下に例示する例では、図示を簡潔となす為、片方向への伝送側の構成のみの構成を示している。双方向の伝送を可能となすには、以下の各例の構成と丁度逆の伝送方向を有する構成が追加で搭載されたと考えてよい。また、波長多重化の方法としては次の2つが代表的な例である。第1は、1本の光ファイバに片方向分の波長を多重する形式である片方向波長多重方式である。第2は、1本の光ファイバに双方向分の波長を多重する形式である双方向波長多重方式である。本願発明において、いずれの場合でも、ノード装置の構成方法としては同様である。

【0027】

一般に、分岐及び挿入形式の波長多重装置は、波長多重の数 N に対して、 M 本までの分岐、挿入機能を有する。ここで、 N は自然数、 M は N 以下の自然数である。入力光の波長分離部3にて波長毎に分離された信号は、特定波長分岐部1にて、とりだされ、分岐光信号として、当該装置の外部に出力される。また、外部からの挿入される光信号13は、特定波長挿入部2より出力波長多重部4に接続される。こうした回線の動作は、ネットワーク全体における回線の設定状況に基づき、各ノード装置における分岐、挿入、透過の各動作として設定される。

【0028】

図5はノード装置の例の概略構成図である。入力波長の分離部33にて分離された波長毎の諸信号39は、まず、特定波長の分岐部31にて分岐光信号として出力すべき波長の光信号45が取り出される。また、外部からの挿入光信号は、特定波長挿入部より出力波長多重部にて多重される。この特定波長の分岐部31と特定波長の挿入部32の間に入力波長、出力波長の信号を波長変換する波長変換部50を搭載する。ここで波長変換部50は、光信号を分岐あるいは挿入せずに、特定波長の分岐部31より特定波長の挿入部32に透過的に出力する光信号に対して波長を変換する機能を有する。これによって、例えば図4に示すネットワーク構成におけるノード装置で、特定の入力波長信号を、別な出力波長信号として出力することを可能とする。

【0029】

当該ノード装置の例は、波長変換部を除いて、波長の分岐部及び波長の挿入部は、前記図1に説明したものと概ね類似した信号の入出力である。即ち、波長の分岐部は、入力光に対する波長分離部31、第1のスイッチ（以下、その役割を示して波長分岐部と称する）33、フィルタ部35を有する。尚、例えば波長分離部31と波長分岐部33とは光導波路で接続されている。波長分離部3は、波長多重化された入力光37を各波長（ λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 \cdot 、 \cdot 、 λ_n ）の光に分離する。波長分離部3は通例のもので十分である。それは、例えば誘電体多層膜を用いたフィルタ、あるいは回折格子などを用いて構成される。分離された各々の光39は波長分岐部31に入力される。

【0030】

波長分岐部 31 にて、分岐される波長の場合、当該波長の各光 45 は、フィルタ部 35 を経て、当該ノード装置より分岐された光信号 45 として出力される。一方、前記波長分岐部 31 を通過 (Through) する光 41 は波長変換部 50 に入力される。この波長変換部 50 で、必要な波長に対して波長変換される。波長変換された波長の光を含めて所望の通過する各光 42 は、波長挿入部 32 に入力される。

【0031】

波長の挿入は、第 2 のスイッチ (以下、その役割を示して波長挿入部と称する) 32、波長多重光の出力する波長多重部 34、挿入する光信号に対するフィルタ部 36 を有する。前記波長変換部 32 より伝送された光並びに挿入される光 44 は、各々の波長に従い、波長挿入部 32 を経て、複数波長の光 (λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 \dots 、 λ_n) 40 は波長多重部 34 で波長が多重化された光 38 として、当該装置より出力される。

【0032】

また、図 5 の例は、収容する全ての波長信号 (N 本) に対して透過する光信号の波長変換を行なうことを前提としているが、勿論、ある限定した波長信号のみを対象として構成を小型化することも可能である。

【0033】

ここで、波長分岐部即ち第 1 の空間スイッチ部 31、波長挿入部即ち第 2 の空間スイッチ部 32 は通例の部材で十分である。それらは、例えば光スイッチ等で構成される。前記した波長変換部の構成には、基本的に電気信号を用いる例と、光信号を用いる例などがある。先ず、電気信号を用いる例を図 6 に示す。図 6 に示した波長変換部の構成方法の例は、波長毎の光電気変換部 54 (O/E-1、O/E-2、 \dots 、O/E-16)、電気光変換部 56 (E/O-1、E/O-2、 \dots 、E/O-n) とその間に電気スイッチ回路 55 (55-1、55-2、 \dots 、55-N) を有し、この電気スイッチ回路により所望の波長の出力路の選択を行なう方法を示している。前述の図 5 に示した入力波長分離部 33 から、波長毎に分離された入力光信号 1~N (IN-1、IN-2

、 $\cdot \cdot \cdot$ 、 $IN-N$) に対してそれぞれ光電気変換部 ($O/E-1$ 、 $\cdot \cdot \cdot$ 、 $O/E-N$) にて電気信号への変換を行ない、 N 本の電気信号に変換を行なう。ここで電気信号はそれぞれ1本の信号でもいいし、複数の信号に分離された低速信号としてもよい。これに対して、 N 本より1本を選択するスイッチ回路 ($55-1$ 、 $\cdot \cdot \cdot$ 、 $55-N$) において、所定の1本の信号が選択される。

【0034】

ここでは、スイッチ回路55は、電氣的な空間スイッチの構成として説明している。しかし、この電氣的スイッチ回路は、勿論、入力した電気信号を時分割多重形式として、選択部を時分割にてスイッチ動作を行わせる時分割スイッチ構成とすることも可能である。

【0035】

図6において、スイッチ回路1～ N の電氣的出力は、電気光信号変換部56 ($E/O-1$ 、 $\cdot \cdot \cdot$ 、 $E/O-N$) に接続されている。電気光信号変換部56は、信号選択部からの電気信号をそれぞれの波長の光信号 ($OUT-1$ 、 $OUT-2$ 、 $\cdot \cdot \cdot$ 、 $OUT-N$) に変換して、図5に示した出力波長多重部34に接続される。 $OUT-1$ 、 $OUT-2$ 、 $\cdot \cdot \cdot$ 、 $OUT-N$ の各光は、各々波長が λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 $\cdot \cdot \cdot$ 、 λ_n の光に対応する。例えば、スイッチ回路55-1は、光電気信号変換部 (O/E 部) 54よりの電氣的出力を電気光変換部56中の $E/O-1$ (λ_1) に切り替える回路である。例えば、波長 λ_2 の入力、 $IN-2$ は、 $O/E-2$ によって光電変換され、スイッチ回路55に接続される。スイッチ回路1 (55-1) が動作することによって、電気信号は電気光変換部56中の $E/O-1$ (λ_1) に伝達され、ここから波長 λ_1 の光として出力される。即ち、波長 λ_2 の光は波長 λ_1 の光に波長変換される。以下、波長 λ_2 、 λ_3 、 $\cdot \cdot \cdot$ 、 λ_n の各々に対応する光に対するスイッチ回路も同様の思想で波長変換することが出来る。

【0036】

次に、本発明における波長変換部を光スイッチで構成した例を図7に示す。この場合、入力された光信号は光信号のまま光スイッチ回路57 ($57-1$ 、 57

- 2、 \dots 、 $57-N$) の選択動作により 1 本の光信号として取り出され波長変換部 58 ($58-1$ 、 $58-2$ 、 \dots 、 $58-N$) に接続される。各波長変換部においては入力される光の波長によらず、波長番号 1 \sim N に対応した光信号に固定的に波長変換を行なって光出力信号、OUT-1、OUT-2、 \dots 、及び OUT-N を得る。

【0037】

また、一つの送信光モジュールにて出力の波長を可変に制御できるものが提案されているが、これを用いた場合でもこの波長可変機能を本発明の波長変換部として用いる構成とすることが出来る。

【0038】

次に、分岐信号、挿入信号、通過信号の全てを一つの選択部で構成する波長多重装置の構成例を説明する。図 8 は全ての波長に対応する信号を電気信号として置き換えた場合の構成例を示している。波長多重の光信号 60 は入力波長の分離部 62 にて波長毎に分離される。分離された各信号 63 (波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 \dots 、 λ_N) は、次の段の光電気信号変換部 (O/E 変換) 64 にて電気信号に変換される。また、外部より挿入される所定波長の信号 69 (挿入光信号) も同様に光電気変換部 68 にて電気信号に変換される。ここでこれらの 2 系統より入力した電気信号は電気スイッチ回路部 65 に入力される。電気スイッチ回路部 65 においては、出力の波長多重部 70 への信号、装置外部へ出力すべき信号に対して空間スイッチの動作により自由に接続を可能とする。波長多重部 70 への出力光信号は、電気スイッチ回路部 65 よりの電気信号が、電気光信号変換部 72 を経由した諸光信号 (波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 \dots 、 λ_N) 71 である。こうした諸光信号 (波長： λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 \dots 、 λ_N) 71 は波長多重部 70 で波長多重化されて出力光 61 として出力される。分岐される信号は、電気スイッチ回路部 65 よりの電気信号が電気光信号変換部 66 により光に電気光変換によって所望の光に変換されて出力される。

【0039】

ここで、図 8 には、所望の回線の接続方法の例を示している。通常の分岐、あるいは挿入信号のルートは、WSA (Wavelength Slot Ass

ignment)として示している。例えば、WSA(Drop)は分岐の回線を示している。波長 $\lambda 3$ の光が、電気スイッチ回路部65によって、電気光信号変換部66の4に分岐光信号67として、所望の波長で出力される。WAS(Add)の場合も同様の考え方である。光電気変換部68の2に示される挿入される光信号が波長 $\lambda 3$ の光として出力される。ここで、実際に入力してくる波長の番号(1~N)と実際の分岐、挿入信号の収容位置(1~M)に対して自由度を持たせることで装置としての使い勝手を向上させることができる。

【0040】

ここで、WSI(Wavelength Slot Interchange)が波長変換ルートに対応する。この場合では、空間スイッチに本ルートを確保することが、本願発明に係わる波長変換部を搭載したことに相当する。図8の例では、波長 $\lambda 1$ の入力光が波長 $\lambda 4$ の出力光に変換されて出力される。

【0041】

以上の他、通常の通過回線(TR:Through)、挿入光信号、分岐光信号間での接続(HP:Hairpin)の他、挿入光信号を複数の波長信号として出力する放送型の回線(BC:Broadcast)等を収容することが可能となる。図8の例では、例えば、波長 $\lambda 2$ の光は通過光として、波長 $\lambda 2$ の光として出力される(Through)。

【0042】

光電気変換部68の4に相当する挿入光が電気光変換部66の2に相当する分岐光として出力される(Hairpin)。又、光電気変換部68の2に相当する挿入光が電気光変換部66の1($\lambda 1$)及び3($\lambda 3$)に相当する分岐光として出力される(Broadcast)。尚、こうした空間スイッチの要素部材自体は知られたものである。それらは、例えば、Gerd Keiser著「Optical Fiber Communications: Second Edition」McGRAW-HILL Inc.、の11.4 PHOTONIC SWITCHINGなどに紹介されている。

【0043】

本願発明の波長多重装置を複数接続したネットワーク構成を図9、図10、及

び図11に示す。図9はノード装置、81、82、・ ・ ・、85を一系列に接続したネットワーク形態であり、リニアネットワークと呼ばれる形式である。また、図10はノード装置、91、92、・ ・ ・、95をリング状に接続したネットワーク構成でありリングネットワークと呼ばれる。図11はいわゆるメッシュ型ネットワークの例である。リニアネットワーク、あるいはサブネットワークにて構成されるネットワークの最小単位をサブネットワークと称する。一般にネットワークとは複数のサブネットワークから構成される。いずれのネットワークでも共通にオペレーションシステム（OPS）80、あるいは90が接続される。OPSは、保守者のマンマシンインタフェースを有するもので、ワークステーション、パーソナルコンピュータ等のハードウェアと各種監視制御ソフトウェア、並びに各ノード装置との通信手段により構成される。

【0044】

一般にOPSはこのここで保守者は実際に開通したい回線をOPSに向けて指示する。例えば、ノード装置Aからノード装置Dに対しての回線を追加したい要求が発生したとする。保守者は、OPSに対して該当回線の追加を指示する。ここで実際に各区間でどの波長を使用するかを選択が行われる。OPSが波長の使用状況をマンマシンインタフェースとしてコンソール等の画面に表示して保守者に選択を促す形式でもいいし、OPSがソフトウェアの制御により自主的に波長を選択する手段を提供してもいい。ここでは、本発明の多重化装置からなるネットワークに対してOPSが、回線の設定要求に対して自主的に、各区間毎の波長を自主的に選択する方法にて説明する。

【0045】

尚、図9、図10、あるいは図11において、実線は波長多重信号の経路、点線はOPSの監視制御信号を示している。各ノード装置間の制御信号は、例えば多重化された主信号とは異なる波長を用い、主信号とともに1本のファイバに多重して転送するという方法を用いる。更に、図9には、各ノード装置、81、82、・ ・ ・85の各々に対して各々の動作の例が示されている。又、図12は本願発明の光ネットワークでの動作の例を分り易く説明する為のフロー・チャートである。

【0046】

OPSは、常時、自分の管理するサブネットワークにおける波長の使用状況を管理している。例えば、回線の利用者から、ノード装置Aからノード装置Dに対しての回線を追加したい要求が発生したとする（図12の100）。これを受けて、例えば、当該回線の保守者がOPSの端末（例えば、パーソナル・コンピュータ（PC）あるいはワーク・ステーション（WS））より前記の回路回線を接続する旨のコマンドを入力する（図12の101）。すると、OPSは、ノード装置A（81）、B（82）、C（83）、D（84）の波長の使用状況を検索し（図12の102）、該当各回線に対して途中区間で使用する波長を決定する（図12の103）。そして、ノード装置A（81）、D（84）に対して、「ある波長の分岐、挿入」を指示、さらに途中ノード装置であるノード装置B（82）、C（83）に対して「波長変換方法」を指示して、それに相当する命令を通信手段を用いて指示する（図12の104）。この動作のノード装置側での趣旨を図9には、ノードA（81）及びノードD（84）に対して「波長分岐挿入命令受理」（86、89）、更にはノードB（82）及びノードC（83）に対して「波長変換方法指示受理」（87、88）と表示される。

【0047】

制御命令信号を受けた各ノード装置A（81）、B（82）、C（83）、D（84）は、転送されてきた制御命令信号が自ノードに対する命令か否かを制御命令信号に付加されたノード識別子（通例、ノードIDと称される）を照合することによって判断する（図12の105）。その結果、制御信号が自ノードに対する命令であった場合、それに従った装置内ハードウェア設定動作を実行して（図12の106）、実行結果をOPSに返送する（図12の107）。ノードIDが不一致であった場合は受信した制御信号を次段のノード装置に対してリレー転送する（図12の111）。即ち、ノードA（81）が受け取った命令の内、ノードB、C、あるいはDへの命令は、各命令信号に付されたノード識別子が自己のノード装置のノード識別子と一致しないので、これらを、次段のノード装置B（82）に転送する。次に、ノードB（81）が受け取った命令の内、ノードCあるいはDへの命令は、各命令信号に付されたノード識別子が自己のノード装

置のノード識別子と一致しないので、これらを、次段のノード装置C（83）に転送する。以下、ノード装置C及びノード装置Dにおいても同様の動作を行う。この動作のノード装置側での趣旨を図9には、ノードA（81）、B（82）、C（83）及びノードD（84）に対して例えば「ノードB、C、D命令リレー転送」、「ノードC、D命令リレー転送」、「ノードD命令リレー転送」（86、87、88）などに表示される。又、各ノード装置でのハードウェア設定動作の実行結果のOPSへの返送は、「実行結果返送」（86、87、88、89）と図9に表示される。

【0048】

OPSは、全てのノード装置からの正常終了を確認の上（図12の108）、その結果を操作者、即ち保守者に通知する。合わせて、OPSは、サブネットワーク内における波長の使用状況を更新する（図12の109）。これにより一連の回線開通操作は終了して（図12の110）、回線の通常の運用が開始される。そして、OPSは通例の待機状態となる。

【0049】

以上はリニアネットワークの例について説明したが、本動作は、いわゆるリング型ネットワークあるいはメッシュ型ネットワークについても、回路構成の差異に基づく変更以外は同様の考え方で回線運用が可能である。

【0050】

【発明の効果】

本願発明によれば、簡便に新たな回線を付加することが可能な波長多重化装置、及びこれを用いた波長多重伝送ネットワークを提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は従来例の分岐挿入型波長多重化装置の構成例を示す。

【図2】

図2はファイバ・ブラッグ・グレーティング技術を用いた分岐挿入型波長多重装置の構成例を示す。

【図 3】

図 3 は分岐挿入型波長多重伝送における波長パスの従来の設定方法を説明する為の図である。

【図 4】

図 4 は分岐挿入型波長多重伝送における本願発明の原理の説明を説明する為の図である。

【図 5】

図 5 は本願発明に係わる分岐挿入型波長多重化装置の構成例を示す図である。

【図 6】

図 6 は本願発明に係わる波長変換部を電気スイッチで構成した例を示す図である。

【図 7】

図 7 は本願発明に係わる波長変換部を光スイッチで構成した例を示す図である。

【図 8】

図 8 は本願発明に係わる分岐挿入型波長多重化装置の別な構成例を示す図である。

【図 9】

図 9 は本願発明に係わるリニア型ネットワークの例を示す図である。

【図 10】

図 10 は本願発明に係わるリング型ネットワークの例を示す図である。

【図 11】

図 11 は本願発明に係わるメッシュ型ネットワークの例を示す図である。

【図 12】

図 12 は本願発明のネットワークでの動作の例を説明するフロー・チャートである。

【符号の説明】

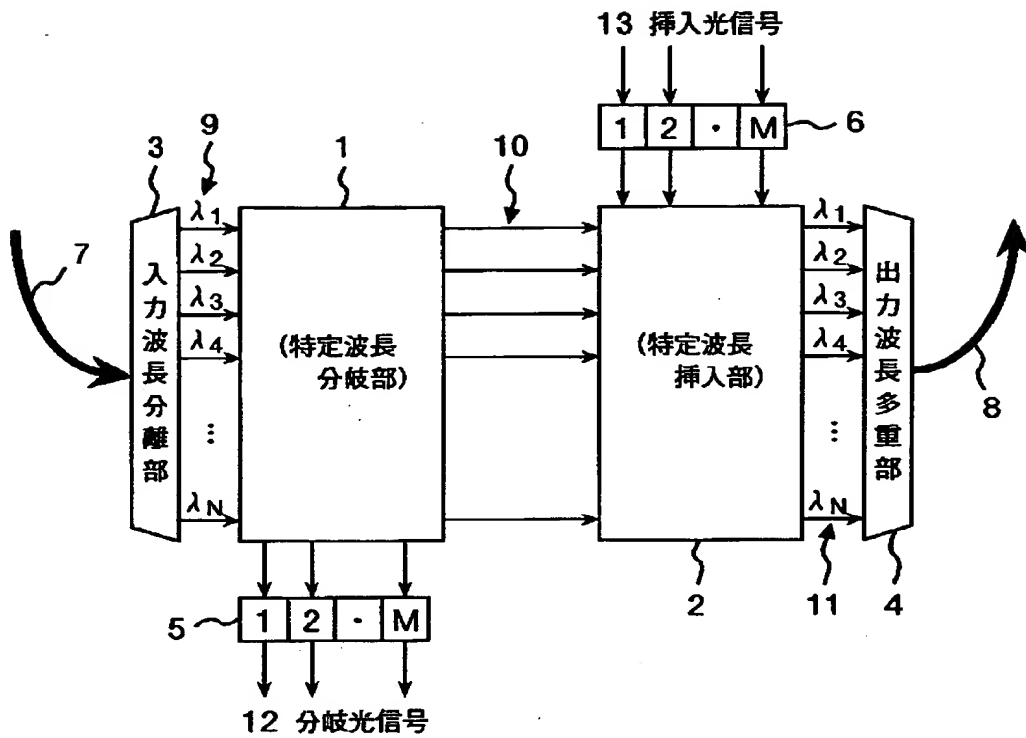
1、31：第1の空間スイッチ、2、32：第2の空間スイッチ、3、33、6
2：波長分離部、4、34、70：波長多重部、5、35：フィルタ、6、36

：フィルタ、7、37、60：波長多重の光入力、8、38、61：波長多重の光出力、12、45、67：分岐された光信号、13、44、69：挿入される光信号、20：光分岐部、22：光挿入部、24：ファイバ・ブラッグ・グレーティング、26：スプリッタ、28：コンバイナ、29：カップラ、50：波長変換部、54、64：光電変換部、55：スイッチ回路、56：電気光変換部、57、72：光スイッチ回路、58：波長変換部、65：電気スイッチ回路、100、101、102、103、104、110、111、112、113、114：ノード装置、81、82、83、84、85、91、92、93、94、95：ノード装置。

【書類名】 図面

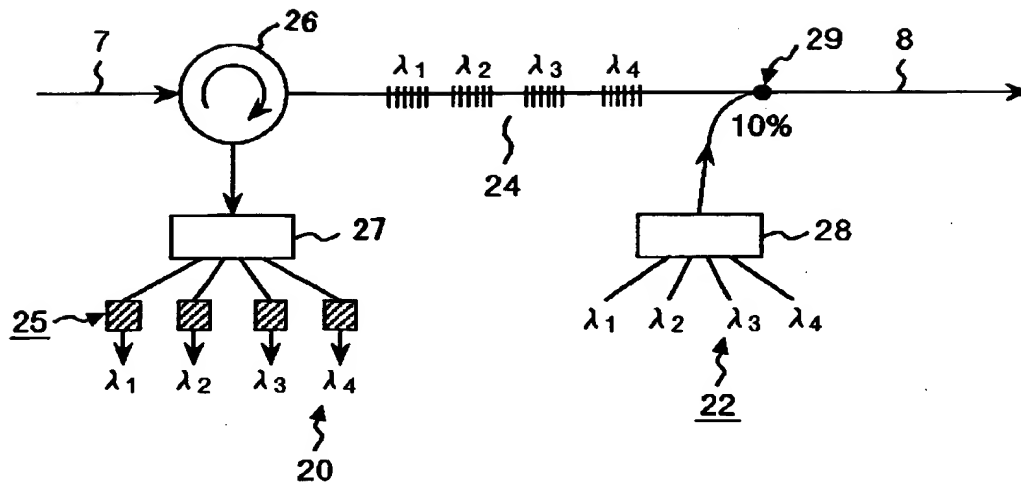
【図 1】

図 1



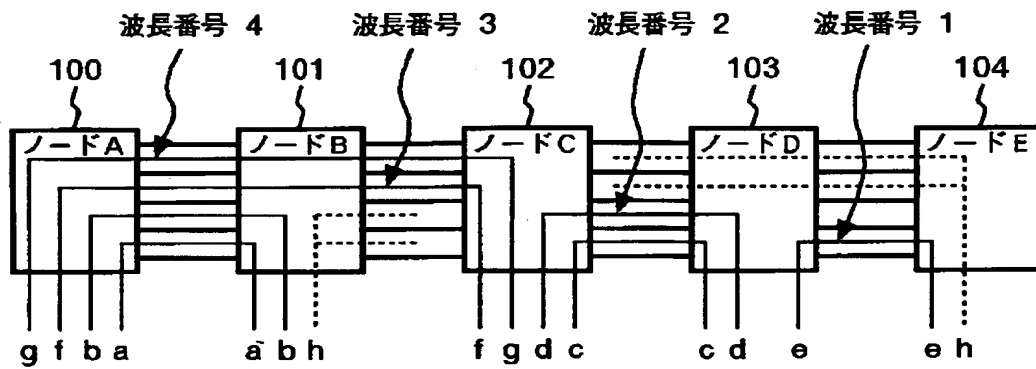
【図 2】

図 2



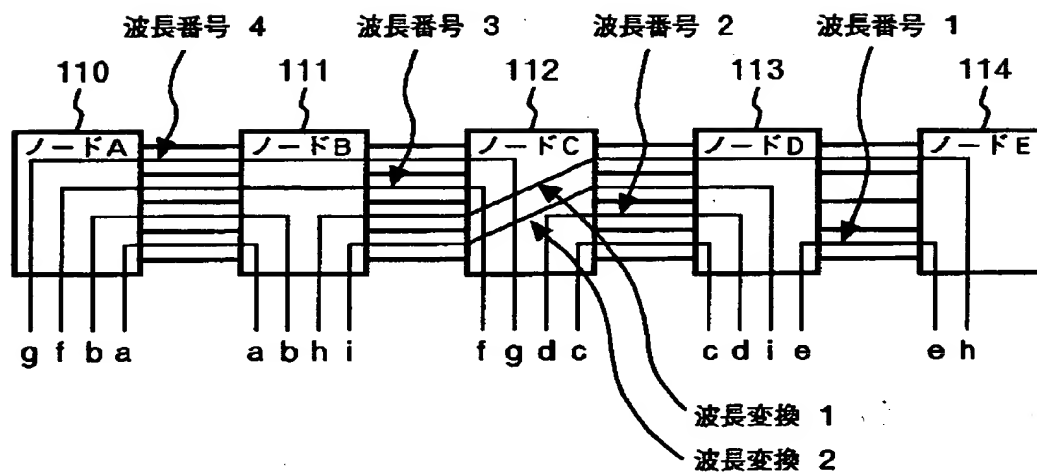
【図 3】

図 3



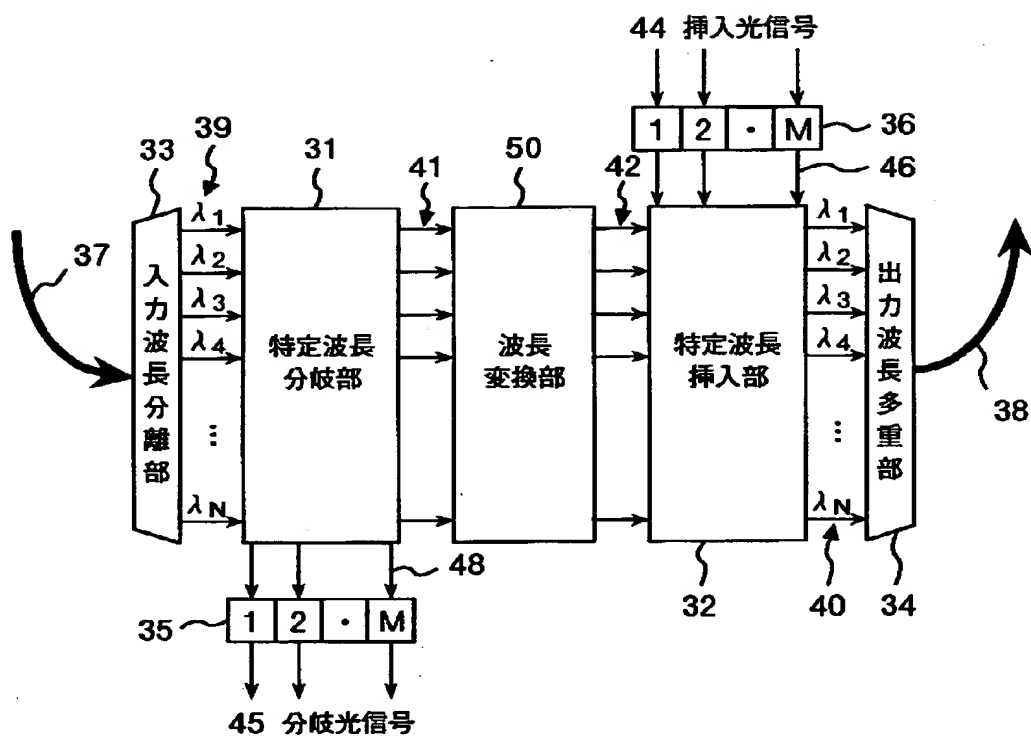
【図 4】

図 4



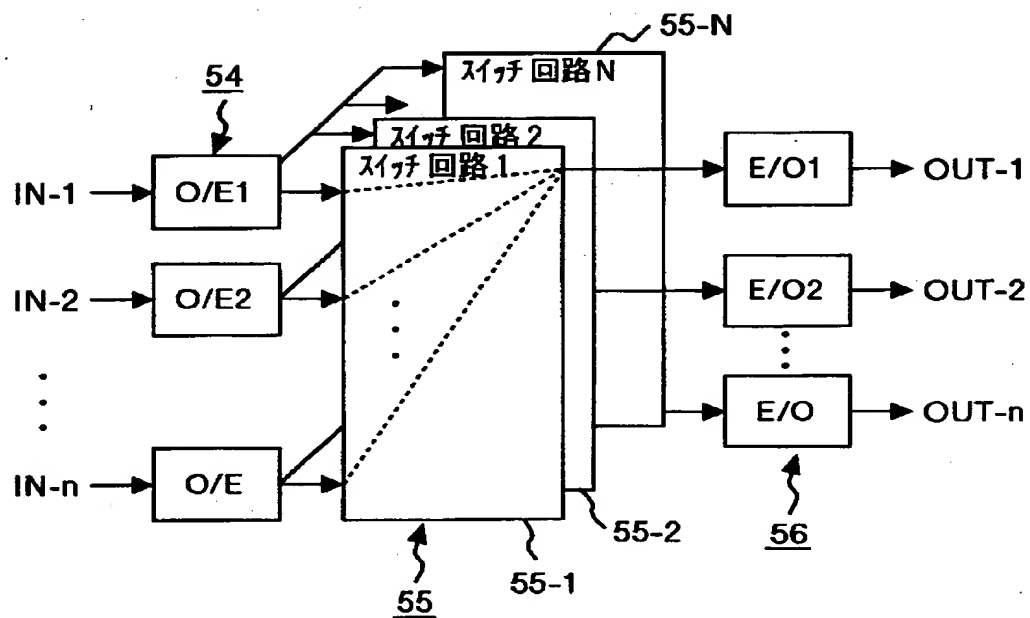
【図 5】

図 5



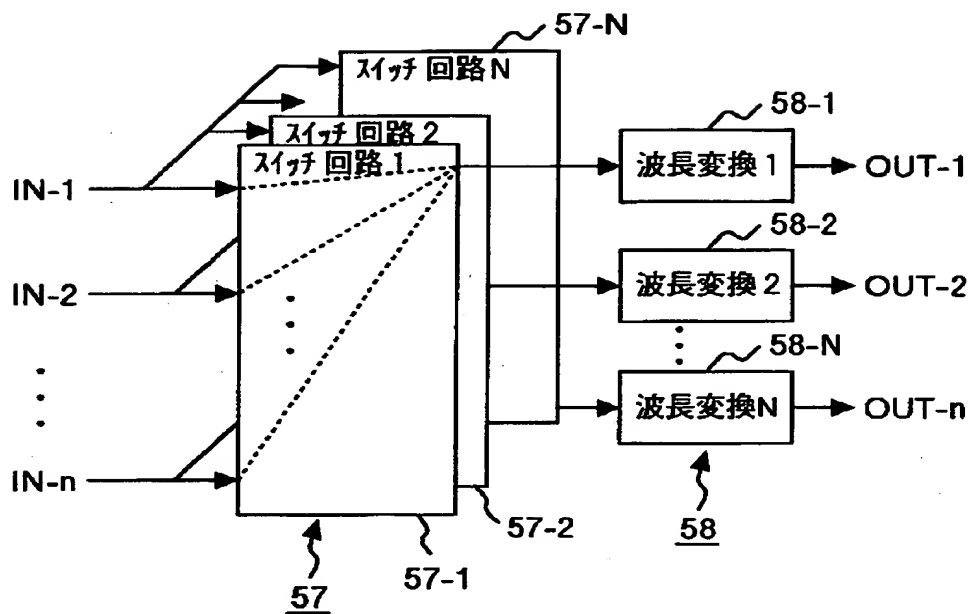
【図 6】

図 6



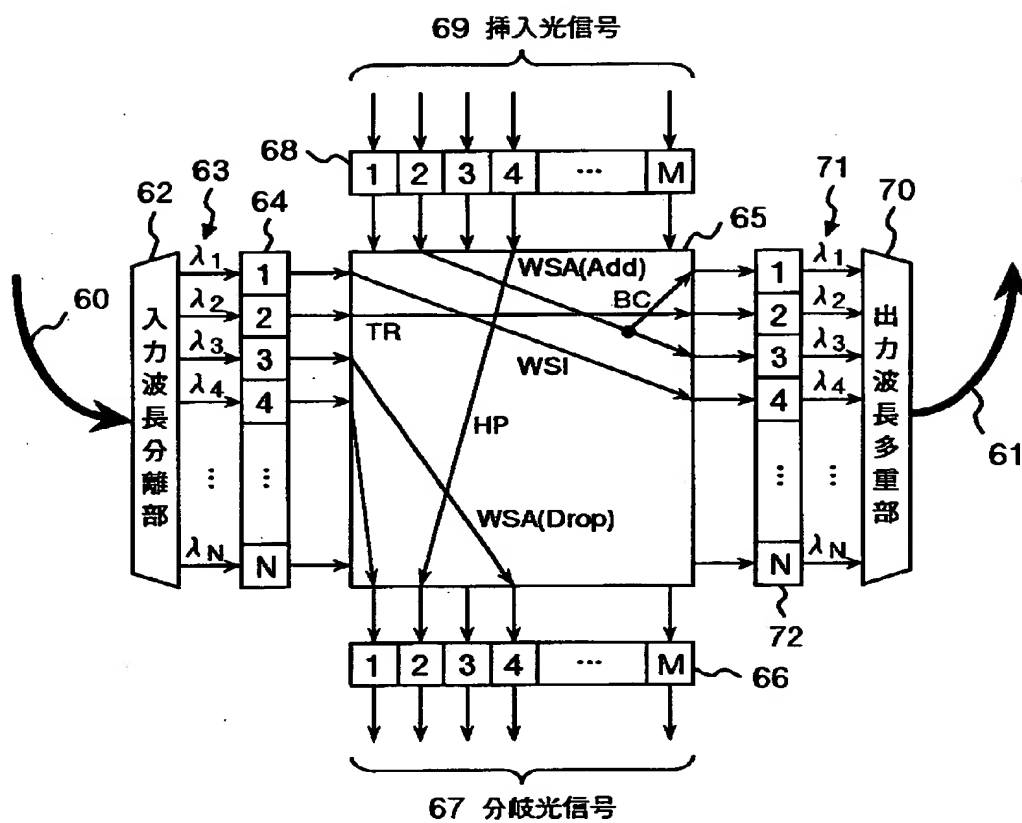
【図 7】

図 7



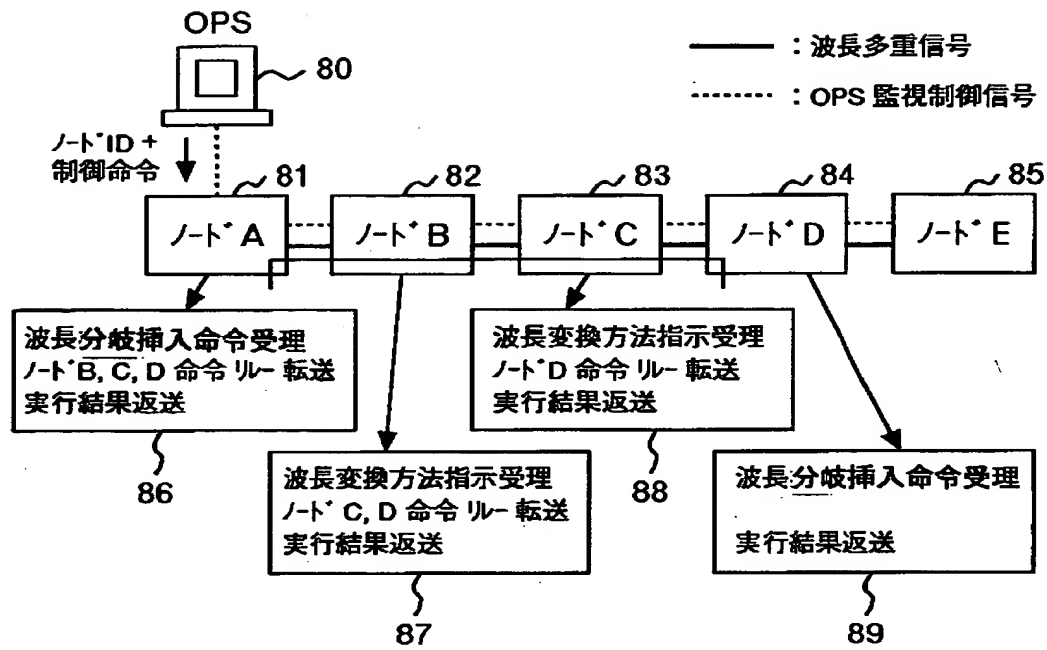
【図 8】

図 8



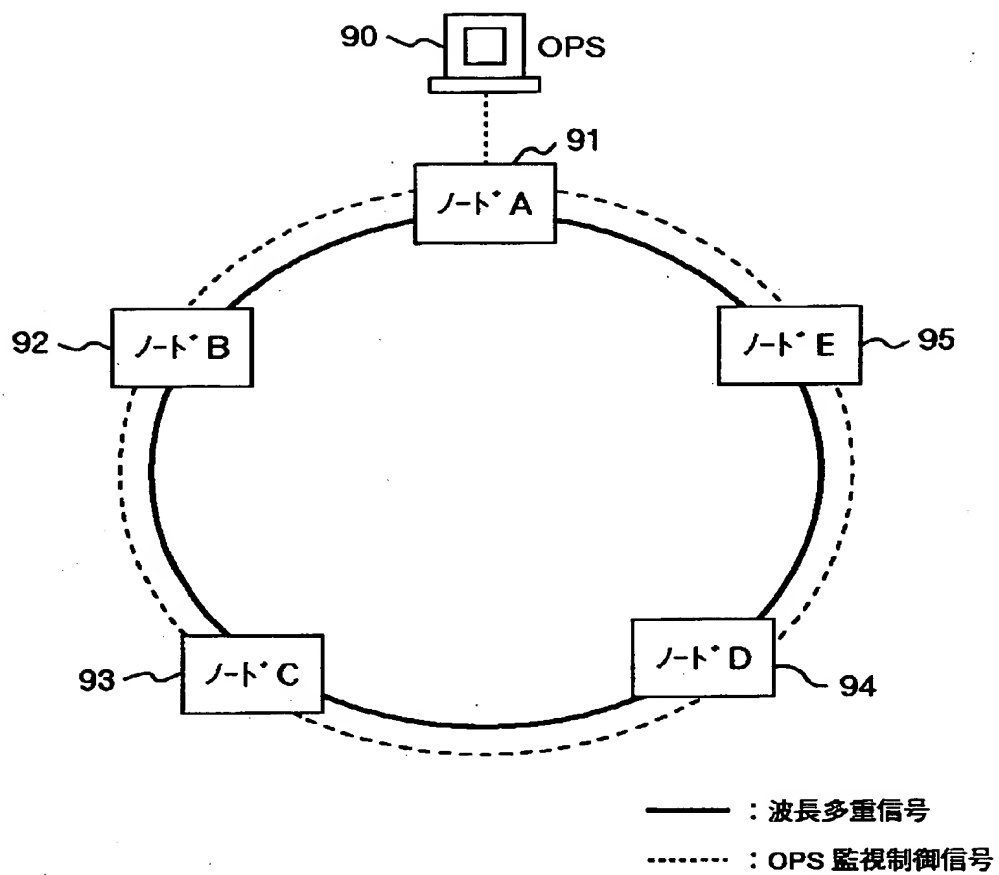
【図 9】

図 9



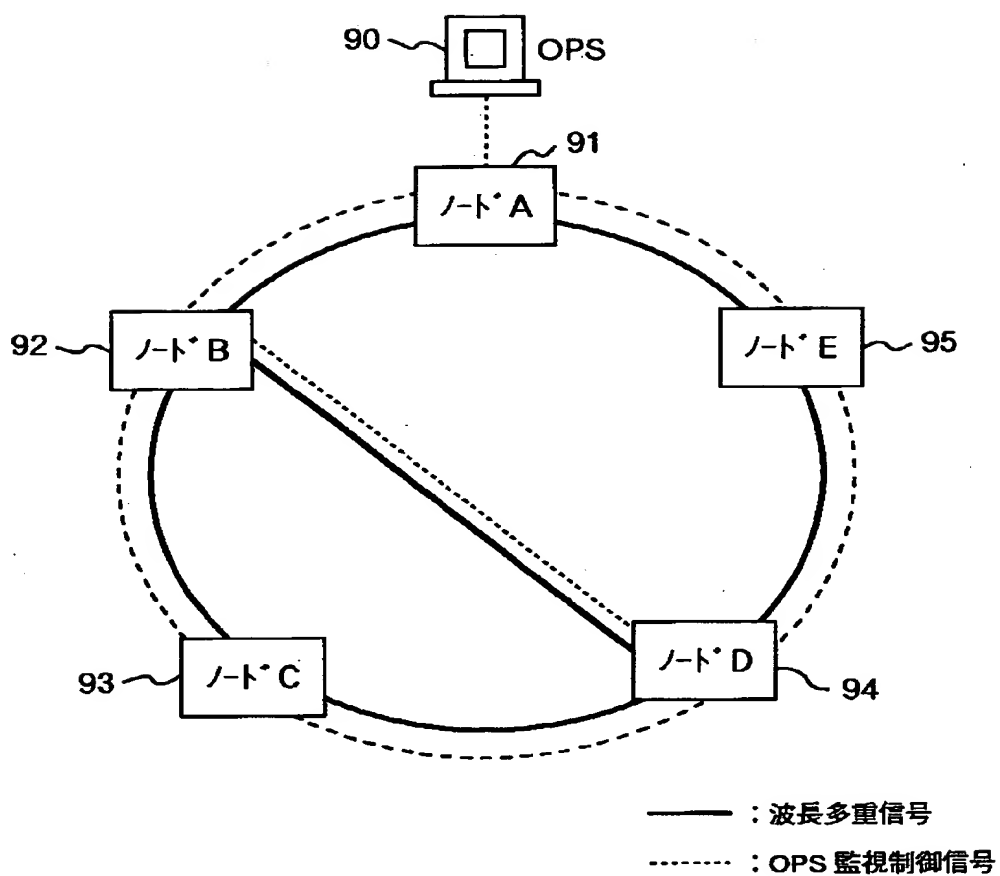
【図10】

図 10



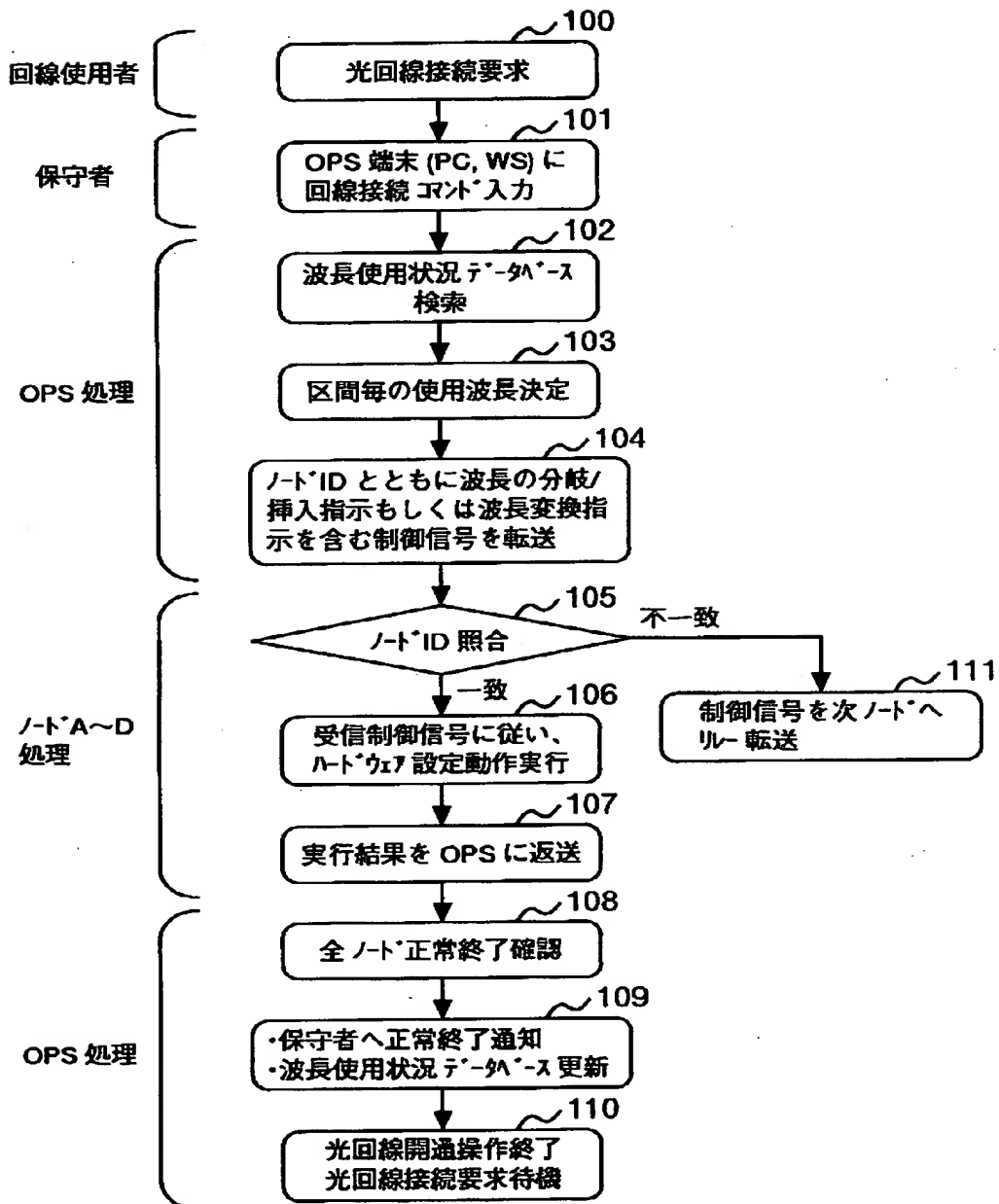
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 これまでの波長多重化装置では、通過光信号を同一の波長のまま通過させる方法を用いており、光回線を設定する際に全ての区間で共通となる未使用波長がない場合、その回線を設定することができない。

【解決手段】 本願発明は入力から出力へ通過させる光信号の波長を変換する波長変換部を有せしめた分岐挿入型波長多重化装置、及びこれを用いた波長多重光伝送方法、ネットワークを提供する。本願発明の適用によって、各ノードでの未使用波長を利用することで、新たな光回線を容易に増設することが出来る。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名 株式会社日立製作所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.